

**ANALISIS KARAKTERISTIK FISIK DAN MEKANIK  
*SELF COMPACTING CONCRETE* (SCC)  
DENGANPEMANFAATAN LIMBAH  
TETES TEBU (MOLASE)**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I  
pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik**

**Oleh:**

**PERMADJIATI KUSUMA**

**D1001 200 33**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

**2017**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**ANALISIS KARAKTERISTIK FISIK DAN MEKANIK BETON SELF  
COMPACTING CONCRETE (SCC) DENGAN PEMANFAATAN LIMBAH TETES  
TEBU (MOLASE)**

**PUBLIKASI ILMIAH**

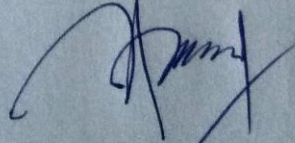
oleh:

**PERMADI JATI KUSUMA**

**D1001 200 33**

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen  
Pembimbing



**Basuki .S.T.M.T.**

**NIK.783**



**HALAMAN PENGESAHAN**

**ANALISIS KARAKTERISTIK FISIK DAN MEKANIK  
SELF COMPACTING CONCRTE (SCC) DENGAN  
PEMANFAATAN LIMBAH TETES TEBU (MOLASE)**

**OLEH**

**PERMADI JATI KUSUMA**

**D100120033**

**Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji  
Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Pada hari ~~Senin~~ 30 April 2017  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat**

**Dewan Penguji:**

**1. Basuki, ST.MT**

**(Ketua Dewan Penguji)**

**2. Ir. Abdul Rochman, M.T.**


**(Anggota I Dewan Penguji)**

**3. Muhammad Ujianto, ST, M.T.**

**(Anggota II Dewan Penguji)**

(.....)  
(.....)  
(.....)

**Dekan,**

  
**Ir. Sri Sunartono, MT.,pHD**  
**NIK. 682**



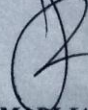
## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 30 Januari 2017

Penulis



**PERMADI JATI KUSUMA**

**D100 120 033**

# ANALISIS KARAKTERISTIK FISIK DAN MEKANIK *SELF COMPACTING CONCRTE* (SCC) DENGAN PEMANFAATAN LIMBAH TETES TEBU (MOLASE)

## Abstrak

Seiring berkembangnya waktu di Indonesia banyak berkembang inovasi-inovasi dan ide unik yang bermunculan dalam bidang konstruksi terutama pada beton bertulang. Seperti yang kita tahu bahwa proses pengerjaan beton bertulang cukup sulit apabila dibandingkan dengan beton biasa. Salah satunya jarak tulangan yang rapat terkadang memunculkan permasalahan mengenai penuangan/pengecoran beton. Saat ini beton *self compacting concret* (SCC) adalah solusi yang tepat dalam menjawab permasalahan tersebut karena merupakan beton yang mampu mengalir dengan beratnya sendiri, mampu memenuhi begesting dengan kepadatan maksimal tanpa bantuan vibrator. Berbeda dengan beton konvensional beton *Self Compacting Concrete* memerlukan bahan tambah yang cukup mahal. Oleh karena itu diperlukan inovasi bahan tambah yang sifatnya ekonomis untuk mewujudkan beton *Self Compacting Concrete* yang murah. Dalam penelitian ini akan digunakan limbah tetes tebu yang dihasilkan dari sisa kristalisasi pembuatan gula sebagai inovasi bahan tambah. Trial mix dilakukan untuk mengetahui komposisi variasi agar memenuhi persyaratan *fillingability*, *passingability*, *flowability* dan segregasi pada saat kondisi beton segar. Pengujian *Fillingability* menggunakan *slumpflow*, *passingability* menggunakan *L-box* sedangkan *flowability* menggunakan *V-funnel*. Variasi penambahan tetes tebu (molase) dari berat semen adalah 0%, 0,15%, 0,25%, 0,35% dan 0,45%. Masing-masing komposisi akan diberikan superplasticizer berupa *visconcrete* 10 sebanyak 1% dari berat semen. Pada kondisi akan dilakukan pengujian kuat tekan, kuat tarik belah dan serapan air pada umur 28 hari. Hasil menunjukkan *slumpflow* optimal pada variasi tetes tebu 0,25% dan 0,35% yaitu 730 mm. Hasil pengujian *L-box* nilai *passingability* pada variasi 0,25% sedangkan pengujian *V-funnel* variasi 0,25% dengan waktu optimum 12 detik. Dari pengujian kuat tekan yang disimpulkan dari berbagai variasi diperoleh 39,3 Mpa pada variasi 0,25%. Untuk kuat tarik belah diperoleh nilai optimum 3,9 pada variasi 0,15% dan pengujian serapan 1,18% pada variasi 0,25%.

**Kata Kunci:** *self compacting concrete*, tetes tebu, *workability*,

## Abstract

Over the development time in Indonesia, many developing innovations and unique ideas that have sprung up in the construction field, especially in reinforced concrete. As we know that the process of reinforced concrete is hard enough when compared with ordinary concrete. One of these meetings reinforcement distance sometimes raises concerns about pouring / casting concrete. Currently self-compacting concrete (SCC) is the right solution in addressing the such as it is concrete capable of flowing in with its own weight, able to meet begesting with maximal density without help vibrator. In contrast to the usual concrete, concrete Self Compacting Concrete need added material which is quite expensive. It is therefore in need of added material innovations that are economical to realize concrete Self Compacting Concrete cheap. In this study will be used waste molasses which is derived from the remainder of the

manufacture of sugar crystallization as an innovative ingredient added. Trial mix was conducted to determine the composition of variations to meet the requirements of filling ability, passing ability, flow ability and segregation of fresh concrete conditions at the time. Filling ability testing using slumpflow, passing ability to use L-box while the flow ability to use the V-funnel. Variations addition of molasses (molasses) by weight of cement is 0%, 0,15%, 0,25%, 0,35% and 0,45% Each composition will be provided in the form superplasticizer visconcrete 10 as much as 1% by weight of cement. On the conditions will be in practice to test compressive strength, tensile strength sides and water uptake at 28 days. Results showed the optimal flow slump molasses variation of 0,25% and 0,35% is 730mm. L-box test results passingability value on the variation of 0.25% while testing the V-funnel variation of 0,25% with a fastest time of 12 seconds. Of compressive strength testing concluded from a variety obtained 39,3Mpa on the variation of 0,25%. For a split tensile strength at 3.9MPa can be the optimum value on the variation of 0,15%, while 1,18% optimum absorption testing on variations of 0,25%.

**Keywords:** *self compacting concrete, molasses, workability,*

## 1. PENDAHULUAN

Beton adalah suatu material yang terdiri dari campuran semen, agregat kasar, agregat halus, air dan bahan tambahan (*admixture*) bila diperlukan. Umumnya beton yang banyak digunakan dalam proses konstruksi adalah beton normal. Selain proses pembuatannya yang relatif mudah karena tidak memerlukan bahan tambahan (*admixture*), beton normal juga dinilai lebih ekonomis. Namun, tidak jarang dalam proses pengecoran beton normal sering mengalami kendala yang dikarenakan jarak antar tulangan yang terlalu rapat. Akibatnya terjadi pemisahan antara agregat halus, semen, dan air dengan agregat kasar (*segregasi*). Oleh karena itu, dalam perjalanannya beton normal terus mengalami perubahan yang disesuaikan dengan kebutuhan konstruksi yang ada. Salah satunya adalah dengan dikembangkannya beton jenis *Self Compacting Concrete* (SCC).

*Self Compacting Concrete* (SCC) merupakan beton yang mampu memadat sendiri dengan slump yang cukup tinggi. Dalam proses penempatan pada volume bekisting (*placing*) dan proses pemadatannya (*compaction*), SCC tidak memerlukan proses penggetaran seperti pada beton normal. SCC mempunyai *flowability* yang tinggi sehingga mampu mengalir, memenuhi bekisting, dan mencapai kepadatan tertingginya sendiri (EFNARC 2005).

Di Indonesia perkembangan beton *Self Compacting Concrete* belum seperti di Jepang. Di Indonesia masih terbatasnya pada metode mix design yang akan pada beton tersebut. Berbeda dengan beton normal beton *Self Compacting Concrete* wajib memerlukan bahan tambah di bandingkan dengan beton normal (Okamura dan Ouchi, 2003). Hal ini yang sering

dijadikan penelitian untuk menemukan bahan untuk campuran beton tersebut. Pada penelitian sebelumnya banyak bahan limbah

–limbah dari industri yang sudah di manfaatkan seperti *flyash*, abu sekam padi, sisa pembakaran kelapa sawit, dan masih banyak lagi.

Banyak limbah industri yang belum maksimal di manfaatkan seperti limbah tetes tebu (molase). Limbah tetes tebu (molase) adalah sisa kristalisasi gula secara berulang-ulang sehingga tidak mungkin lagi di buat gula. Kebanyakan masyarakat menggunakan sebagai bahan makan ternak. Tetes tebu ini memiliki senyawa kimia  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{SO}_3^{2-}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$  dan  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  yang mudah larut dalam air. Bahan tambahan yang mengandung komposisi gula dapat digunakan sebagai bahan yang berfungsi sebagai *water reducing admixture* dan *retarding admixture*, semuanya merupakan beberapa jenis dari *admixture* pada beton (Khrisna Deny Yudhantoro, 2008).

Dengan uraian di atas penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui analisis karakteristik fisik dan mekanik beton *self compacting concrete* (SCC) dengan pemanfaatan limbah tetes tebu (molase)

### 1.1. RUMUSAN MASALAH

1. Bagaimana perilaku workability beton *Self Compacting Concrete* dengan penambahan limbah tetes tebu 0%, 0,15%, 0,25%, 0,35%, dan 0,45% ?
2. Bagaimanakah mix design yang tepat pada beton *Self Compacting Concrete* dengan menggunakan limbah tetes tebu 0%, 0,15%, 0,25%, 0,35% dan 0,45% dari berat semen ?
3. Bagaimanakah perilaku kuat tekan, kuat tarik dan penyerapan pada beton *Self Compacting*

*Concrete* dengan penambahan limbah tetes tebu 0%, 0,15%, 0,35% dan 0,45% ?

### 1.2. TUJUAN PENELITIAN

1. Memperoleh hasil perilaku workability mengenai beton *Self Compacting Concrete* dengan tambahan limbah tetes tebu 0%, 0,15%, 0,25%, 0,35% dan 0,45% dari berat semen.
2. Mencari formula mix design yang tepat untuk campuran *Self Compacting Concrete* dengan menggunakan tambahan limbah tetes tebu 0%, 0,15%, 0,25%, 0,35% dan 0,45% dari berat semen.

3. Memperoleh hasil mengenai perilaku kuat tekan, kuat tarik dan penyerapan pada beton *Self Compacting Concrete* dengan penambahan limbah tetes tebu 0%, 0,15%, 0,35% dan 0,45%?

### **1.3. BATASAN MASALAH**

#### **1.3.1. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :**

1. Semen portland jenis PPC merek Gersik.
2. Pasir berasal dari Kaliworo Klaten.
3. Krikil Boyolali.
4. Tetes tebu (nolase) PG.MOJO SRAGEN.
5. Beton direncanakan dengan mutu 25 MPa menggunakan metode ACI.
6. Ditentukan bahan akdiktif *superplasticizer* merek sika sebanyak 1% dari berat semen.
7. Variasi penambahan tetes tebu adalah 0%, 0,15%, 0,25% 0,355 dan 0,45% dari berat
8. Cetakan silinder besi dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.
9. Cetakan silinder PVC dengan ukuran diameter 10 cm tinggi 5 cm.

#### **1.3.2 Pengujian di Laboratorium Bahan Bangunan Teknik Sipil UMS, dengan macam pengujiannya adalah :**

1. Pengujian beton segar *slump flow*, *L-box*, *V-funnel*.
2. Pengujian beton keras kuat tekan, kuat tarik belah, penyerapan air pada beton.

### **1.4. TINJAUAN PUSTAKA**

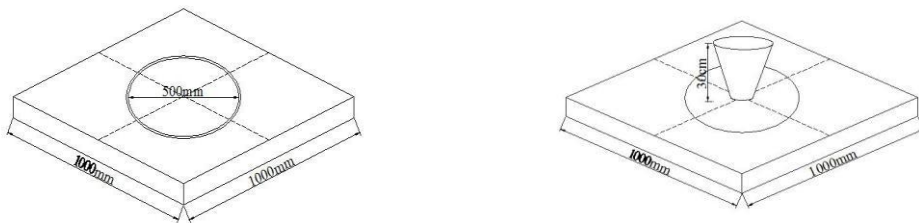
Beton memadat mandiri, biasa disebut dengan SCC, adalah campuran beton yang mampu memadat sendiri tanpa menggunakan alat pemadat atau mesin penggetar (*vibrator*). SCC pertama kali diperkenalkan oleh Okamura pada tahun 1990-an, sebagai upaya mengatasi persoalan pengecoran di Jepang. Campuran SCC segar ini lebih cair dari pada campuran beton konvensional. Campuran ini dapat mengalir dan memadat ke setiap sudut struktur bangunan yang sulit dijangkau oleh pekerja dan mengisi tinggi permukaan yang diinginkan dengan rata (*self leveling*) tanpa mengalami *bleeding*. Selain itu campuran ini mampu mengalir melalui celah-celah antar besi tulangan tanpa terjadi segregasi atau pemisahan materialnya ( Sholihin As'ad,2012).



### 1.5. Tetes tebu (molase)

Limbah tetes tebu (molase) adalah sisa kristalisasi gula secara berulang-ulang sehingga tidak mungkin lagi di buat gula. Kebanyakan masyarakat menggunakan sebagai bahan makan ternak. Tetes tebu ini memiliki senyawa kimia  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{SO}_3^{2-}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$  dan  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  yang mudah larut dalam air. Bahan tambahan yang mengandung komposisi gula dapat digunakan sebagai bahan yang berfungsi sebagai *water reducing admixture* dan *retarding admixture*, semuanya merupakan beberapa jenis dari *admixture* pada beton.

### 1.6. Slum flow test

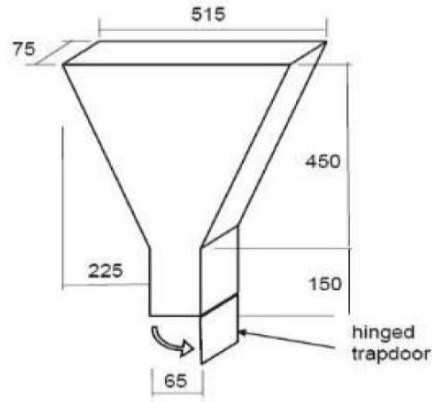


Gambar 1. Pengujian *Slumpflow tes*

*Slump flow spread* (S) adalah harga rata-rata dari  $d_{\text{max}}$  dan  $d_{\text{perp}}$ , seperti yang terlihat pada perhitungan di bawah. S dalam mm (hasil perhitungan S dibulatkan menjadi 5 mm-an). *Slump flow time* T50 adalah waktu pada saat *cone* mulai diangkat dari *baseplate* sampai *SCC* menyentuh tanda lingkaran D500 mm. T50 dinyatakan dalam detik dengan ketelitian 1/10 detik. Batasan *Slump flow* yaitu memiliki ukuran diameter 500-800 mm. Dalam T50 sendiri juga memiliki batasan yang dapat dimasukkan kedalam kategori beton SCC batasan itu sendiri adalah  $\leq 5$  detik (BS EN 12350-8; 2010).

### 1.7. V-funnel test

*V-funnel flow time* adalah waktu yang diperlukan SCC untuk dapat melewati celah yang sempit dan menentukan *fillingability* dari SCC yang dapat diketahui dari adanya *blocking* atau segregasi yang terjadi. Dalam beton SCC terdapat peraturan yang harus dipenuhi yaitu mengosongkan *V-Funnel* dalam jangka waktu  $\leq 25$  detik (BS EN 12350-9; 2010).



Gambar 2. Pengujian *V-funnel*

### 1.8. *L-box test*

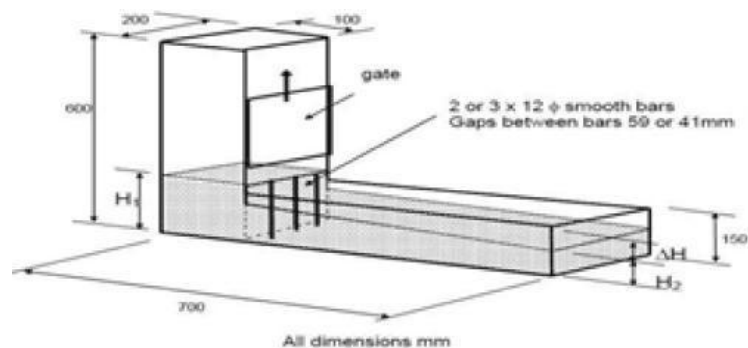
*Passing ratio*, PL atau blocking ratio, BL dihitung berdasarkan rumus (3.4) dan dinyatakan tanpa satuan dengan ketelitian 0,01 (dua angka desimal). Cek perbedaan tinggi dalam arah *horizontal* ( $H_2/H_1$ ), maksimal perbedaan tinggi yang terjadi kurang dari 20%. Syarat yang harus dipenuhi untuk mencapai beton SCC dalam *L-box test* ini adalah  $PL \geq 0.80$  (BS EN 12350-10;2010).

$$PL = \frac{H_2}{H_1} \text{ atau } BL = 1 - \frac{H_2}{H_1} \dots\dots\dots(3.5)$$

Dengan :

$H_1$  = Tinggi beton segar dalam *L – box* yang tidak melewati tulangan

$H_2$  = Tinggi beton segar akhir dalam *L – box* setelah melewati tulangan.



Gambar3. Pengujian *Lbox*

### 1.9. Kuat Tekan Beton

Sifat yang paling penting dari beton adalah kuat tekan beton. Kuat tekan beton biasanya berhubungan dengan sifat-sifat lain, maksudnya apabila kuat tekan beton tinggi, sifat-sifat lainnya juga baik. (Tjokrodimulyo,1995).

Berdasarkan SNI 03-1974-1990 besarnya kuat tekan benda uji dapat dihitung dengan rumus:

$$f'_c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(3.1)$$

Dengan :  $f'_c$  = Kuat tekan beton (MPa)  
P = Bebanmaksimum (N)  
A = Luas penampang (mm)

### 1.10. Kuat Tarik Belah

Sifat yang paling penting dari beton adalah kuat tekan beton. Kuat tekan beton biasanya berhubungan dengan sifat-sifat lain, maksudnya apabila kuat tekan beton tinggi, sifat-sifat lainnya juga baik. (Tjokrodimulyo,1995).

Hitung kuat tarik belah dari benda uji dengan rumus sebagai berikut

$$: F_{ct} = \frac{2P}{LD} \dots\dots\dots(3.2)$$

Dengan :  $F_{ct}$  = kuat tarik belah dalam MPa.  
P = Beban uji maksimal (beban belah/hancur) dalam newton yang di tunjukan pad mesin uji tarik.  
L = Panjang benda uji dalam cm  
D = Diameter benda uji dalam cm

### 1.11. Serapan Air Beton

Uji serapan air dapat diketahui dengan rumus :

Serapan air =

$$\frac{W_2 - W_1}{W_1} \times 100 \% \dots\dots\dots(3.3)$$

Dengan :  $W_1$  = Berat kering oven (gram) dan  $W_2$  = Berat basah setelah direndam

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1. BAHAN MATRIAL



1. Semen *portland* jenis type 1.
2. Air labolatorium UMS.
3. Agregat halus daripasir kaliworo.
4. Agregat Kasar dipakai ukuran maksimum 10 mm dari Boyolali.
5. *Superplasticizer* merek sika *viscroncrete* 10.
6. Tetes tebu (molase) dari PG. MOJO Sragen.

## 2.2. TAHAP PELAKSANAAN

Pada penelitian ini terdapat 5 tahap pelaksanaan yaitu :

1. **Tahap I : Persiapan alat dan penyediaan bahan**, tahap ini merupakan tahap persiapan penelitian yang meliputi persiapan alat dan penyediaan bahan susun beton.
2. **Tahap II : Pemeriksaaan bahan**, pada tahap ini dilakukan pengujian terhadap bahan dasar beton yaitu agregat halus dan agregat kasar dengan pemeriksaan meliputi berat jenis, berat volume dan analisa saringan. Untuk semen, air, *superplasticizer* dan tetes tebu dilakukan pengujian *visual*.
3. **Tahap III : Perencanaan, pelaksanaan pencampuran ,pengujian beton segar dan pembuatan benda uji**, pada tahap ini dilakukan perencanaan campuran (*mix design*) untuk pembuatan adukan beton dan sampel untuk tiap pengujian. Setelah perencanaan selesai di lakukan pencampuran adukan beton sesuai penakaran bahan-bahan maatrial yang sudah di siapkan. Pencampuran menggunakan mesin *concrete molen*. Pengujian beton segar dilakukan dengan *slumpflow*, *L-box* dan *V-funnel*. Setelah pengujian beton segar di lakukan penuangan beton kedalam cetakan yang sudah di sediakan.

Tabel .1. Tabel *mix design*

dalam 1m<sup>3</sup>

No	Pasir kg	Krikil kg	Semen kg	superplasticizer kg	Tetes tebu kg	Air liter
1	851.75	736	481.25	4.81	0	231
2	851.75	736	481.25	4.81	0.72	231
3	851.75	736	481.25	4.81	1.2	231
4	851.75	736	481.25	4.81	1.68	231
5	851.75	736	481.25	4.81	2.41	231

- 4. Tahap IV : Perawatan dan Pengujian benda uji**, pada tahap ini dilakukan perawatan beton dengan cara di rendam selama 28 hari. Pengujian karekteristik mekanik dari beton berupa uji kuat tekan, tarik, dan serapan air beton dengan prosedur pengujian dan perhitungan mengikuti standar SNI dan ASTM.

Tabel .2. Tabel sampel rencana pelaksanaan pengujian

No	Variasi	Tetes Tebu	Umur	Jenis Pengujian		
				Kuat Tekan	Tarik belah	Serapan air
1	0.00%	28 hari	5	5	3	13
2	0.15%	28 hari	5	5	3	13
3	0.25%	28 hari	5	5	3	13
4	0.35%	28 hari	5	5	3	13
5	0.45%	28 hari	5	5	3	13

- 5. Tahap V : Analisa data dan kesimpulan**, pada tahap ini data diperoleh dari hasil pengujian lalu dianalisi dan dibahas kemudian melakukan kesimplulan.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. HASIL PENGUJIAN BAHAN PENYUSUN

Tabel.2. Pemeriksaan Agregat Halus

Jenis Pemeriksaan	Hasil	Syarat	Keterangan
KandunganOrganik	No.2	01-Mei	Memenuhi
Kandungan Lumpur	2,	< 5%	Memenuhi
<i>Saturated Surface Dry (SSD)</i>	2	< 3,8	Memenuhi
<i>Spesific Gravity dan Absorption</i>			
a) Berat Jenis Bulk	2,	-	-
b) Berat Jenis SSD	2,	-	-
c) Berat Jenis semu	2,	-	-
d) <i>Absorption</i> (%)	1,	< 5 %-1,5	Memenuhi
e)Modulus halusbutir	2	3,8	Memenuhi

Tabel.3.Pemeriksaan Agregat Kasar

JenisPemeriksaan	Hasil	Syarat	Keterangan
<i>Spesific Gravity dan Absorption</i>			
a) Berat Jenis Bulk	2,35	-	
b) Berat Jenis SSD	2,41	-	
c) Berat Jenis semu	2,5	-	
d) Absorption (%)	2,63%	< 5 %	Memenuhi
e)Keausan	40%	< 40%	Memenuhi
g)Modulus halus butir	6,23	5 – 8	Memenuhi

### 3.2. Pelaksanaan *Mix Design*

Tabel .5. Proporsi campuran beton SCC Setiap 1 m<sup>3</sup>

No	Pasir	Krikil	Semen	<i>Superplasticizer</i>	Tetes tebu	Air	Air aktual
1	851,75	736	481,25	4,81	0	231	120,9
2	851,75	736	481,25	4,81	0,72	231	127,2
3	851,75	736	481,25	4,81	1,2	231	158,7
4	851,75	736	481,25	4,81	1,68	231	174,4
5	851,75	736	481,25	4,81	2,41	231	205,8

Dari tabel 5 Penggunaan *Superplasticizer Visconcrete* 10 produk SIKA di tentukan dari persyaratan batas minimum dan maksimum dari dosis yang di tentukan antara 0,5%-1,8% (SIKA

2007). Pada penelitian tugas akhir ini *Superplasticizer* di tentukan 1% dari berat semen. Dari tabel 5 juga dapat diketahui bahwa penggunaan *Superplasticizer* pada campuran beton SCC mengakibatkan semakin berkurangnya penggunaan air sampai 45% dari kebutuhan air rencana. Serta semakin tinggi presentase tetes tebu pada campuran maka penggunaan air yang dari sebelumnya 65% menjadi bertambah. Pada pelaksanaan pencampuran beton SCC di rencanakan dengan fas 0,48, akan tetapi pada saat pelaksanaan pencampuran beton SCC menggunakan fas yang rendah agar dapat mencapai *workability* beton SCC tersebut. Pada tabel 5 penggunaan air aktual pada prosentase tetes tebu 0% di dapat 120,9 liter yang berarti menggunakan fas 0,25. Pada saat pelaksanaan pencampuran menggunakan prosentase tetes tebu 0,15%, 0,25%, 0,35% dan 0,45% penggunaan air aktual yang semakin banyak sehingga membuat membesarnya nilai faktor air semen menjadi 0,26, 0,33, 0,36 dan 0,43.



### 3.3. Pengujian *Slump flow*

Tabel .6. Pengujian *Slump flow*

No	Kode	<i>Slump flow</i>	Nilai T50	Keterangan
1	SL 0-1	680mm	3.8 dtk	Tetes tebu 0%
2	SL 0,15-1	700mm	3.4 dtk	Tetes tebu 0,15%
3	SL 0,25-2	730mm	3 dtk	Tetes tebu 0,25%
4	SL 0,35-2	730mm	3 dtk	Tetes tebu 0,35%
5	SL 0,45-1	710mm	3.2 dtk	Tetes tebu 0,45%

Dari hasil pengujian *slump flow* pada Tabel 6 hubungan antara bahan tambah molase terhadap waktu dapat dilihat bahwa semakin bertambahnya tetes tebu maka diameter penyebaran aliran beton semakin besar dan waktu penyebaran semakin cepat mencapai diameter 500 mm. Namun bertambahnya molase pada 0,45% berlawanan dengan penambahan bahan molase pada campuran

0%, 0,15%, 0,25% dan 0,35%. Hal ini dikarenakan tetes tebu mempunyai sifat hampir sama dengan *superplasticizer* yang sifatnya menambah *workability*. Dari percobaan diatas maka dapat disimpulkan bahwa penambahan molase, dengan data diatas pengujian *slump flow* telah masuk dalam spesifikasi sebagai syarat beton SCC yaitu dengan syarat diameter 500 mm-800 mm dan T50 tidak boleh lebih

5 detik dalam 500 mm (BS EN 12350-8;

2010).



Gambar.4. Pengujian *Slump flow*

### 3.4. Pengujian *L-box*

Tabel.7. Pengujian *L-box*

No	Variasi	$h_1(\text{cm})$	$h_2(\text{cm})$	$PL=h_1/h_2$
1	0%	9,4	10,6	0,87
2	0,15%	9,7	11,6	0,89
3	0,25%	10	12	0,92
4	0,35%	9,1	11	0,83
5	0,45%	9,3	11,5	0,81

Dari hasil pengujian *L-box* pada Tabel 7 dapat dilihat bahwa nilai *Passingability ratio* / PL yang dicapai pada pengujian *L-box* menunjukkan penggunaan tetes tebu terhadap beton SCC pada persentase 0,15% dan 0,25% mengalami peningkatan nilai PL. Namun bertambahnya tetes tebu pada presentase 0,35% dan 0,45% terjadi penurunan nilai PL hal ini diakibatkan reaksi pada tetes tebu yang menyebabkan kekentalan pada beton segar SCC, sehingga kemampuan campuran untuk melewati celah menjadi terhambat . Nilai *passing ratio* /PL yang di syaratkan harus  $\leq 0.8$  (BS EN 12350-10;2010).



Gambar.5. Pengujian *L-box*

### 3.5. Pengujian *V-funnel*

Tabel .8. Pengujian *V-funnel*

No	Kode	Persentase Tetes tebu	Waktu	Keterangan
1	V-f 0-1			Tetes tebu 0%
2	V-f 0,15-2	0,15%	11 dtk	Tetes tebu 0.15%
3	V-f 0,25-3	0,25%	12 dtk	Tetes tebu 0.25%
4	V-f 0,35-4	0,35%	16 dtk	Tetes tebu 0.35%
5	V-f 0,45-5	0,45%	21 dtk	Tetes tebu 0.45%

Dari hasil pengujian *V-funnel* pada Tabel 8 dapat dilihat bahwa hubungan antara bahan tambah tetes tebu terhadap waktu dapat dilihat bahwa semakin bertambahnya tetes tebu maka waktu

yang di perlukan untuk pengaliran beton segar SCC di alat uji *V-funnel* semakin lama dikarenakan reaksi tetes tebu yang sifatnya mengentalkan sehingga membuat *flowability* beton segar menjadi berkurang. Dalam peraturan beton SCC terdapat persyaratan yang harus dipenuhi yaitu harus mengkosongkan *V-funnel* dalam jangka waktu  $\leq 25$  detik. Jadi dengan data tabel 8 di semua percobaan beton SCC dengan tetes tebu persentase 0,15%-0,45% masuk dalam persyaratan (BS EN 12350-9; 2010).



Gambar.7.Pengujian *V-funnel*

### 3.6. Pengujian Kuat Tekan

Tabel .9. Pengujian kuat tekan

No	kode	Variasi tetes tebu	Rata-rata kuat tekan
1	KT0%	0%	39,2 MPa
2	KT0,15%	0,15%	38,5 MPa
3	KT0,25%	0,25%	39,3 MPa
4	KT0,35%	0,35%	33,2 MPa
5	KT0,45%	0,45%	3,8 MPa

Dari tabel diatas diketahui bahwa pada kuat tekan beton SCC diperoleh hasil bahwa pada umur 28 hari terjadi peningkatan optimum di bandingkan beton SCC normal pada variasi penambahan tetes tebu 0,25% yaitu sebesar 39.3 MPa . Akan tetapi kenaikan tidak terpaut banyak dengan beton tanpa penambahan tetes tebu yaitu 39.2 MPa. Penambahan tetes tebu 0,25% membuat kelecikan adukan beton segar semakin tinggi sesuai dengan hasil *slump flow*, *L-box* dan *V-funnel* yang memenuhi persyaratan sehingga menjadikan beton lebih padat dan homogen, dengan menghasilkan kuat tekan optimum 39,3 MPa. Sedangkan semakin banyak jumlah tetes tebu yang ditambahkan pada beon SCC maka akan terjadi penurunan mutu beton. Hal ini terjadi karena sifat tetes tebu sebagai retarding sehingga semakin banyak tetes



tebu maka semakin memerlukan waktu yang lama untuk mengalami proses hidrasi beton. Seperti hasil di grafik prosentase tetes tebu 0,45% hanya menghasilkan kuat tekan 3,8 Mpa. Fenomena ini dapat terjadi karena intervensi reaksi kimia oleh senyawa glukosa selama proses hidrasi semen yang menyebabkan perlambatan laju reaksi semen. Untuk lebih jelasnya perlu dilakukan penelitian dengan melibatkan ahli kimia agar mengetahui reaksi kimiawi antara semen, air, *superplasticizer* dan tetes tebu. Sesuai dengan penelitian Syahnan, Handana dan Trigan (2010) bahwa kuat tekan beton dengan pemanfaatan limbah tetes tebu mendapatkan kuat tekan optimal pada variasi 0,25%.

### 3.7. Pengujian Kuat Tarik Belah

Tabel .10. Pengujian kuat tekan

No	kode	Variasi tetes tebu	Rata-rata kuat tekan
1	KR0%	0%	4,3 MPa
2	KR0,15%	0,15%	3,9 MPa
3	KR0,25%	0,25%	3,9 MPa
4	KR0,35%	0,35%	3,8 MPa
5	KR0,45%	0,45%	3,6 MPa

Dari grafik di atas diketahui bahwa pada kuat tarik belah beton SCC pada umur 28 hari diperoleh hasil bahwa beton SCC tanpa penambahan tetes tebu 4.3 Mpa sedangkan beton SCC dengan penambahan tetes tebu 0,15%, 0,25%, 0,35% dan 0,45% mengalami penurunan yaitu 3,9 Mpa, 3,9 Mpa, 3,8 Mpa dan 3,6 MPa. Jadi semakin banyak jumlah tetes tebu yang di tambahkan pada beton SCC maka akan terjadi penurunan kuat tarik belah beton. Hal ini berbanding terbalik dengan penelitian sebelumnya yang berjudul pemanfaatan limbah pabrik gula (tetes tebu) sebagai bahan tambah dalam campuran beton konveksional di lakukan oleh penelitian Syahnan, Handana dan Tarigan (2010) yang mengalami peningkatan pada persentase tetes tebu 0%-0,5%.

### 3.8 Pengujian Serapan Air

Tabel .11. Pengujian serapan air

No	Prosentase Tetes Tebu (%)	Serapan Air (%)
1	0.00%	2,68
2	0.15%	2,34
3	0.25%	1,81
4	0.35%	2,89
5	0.45%	3,47

Dari data pengujian diatas dapat diketahui bahwa pada beton SCC tanpa tetes tebu 2,68%. Sedangkan beton SCC dengan penambahan tetes tebu pada presentase 0,15% dan 0,25% menunjukkan penyerapan air semakin kecil dibandingkan beton SCC tanpa penambahan tetes tebu yaitu 2,34% dan 1,81%. Hal ini terjadi karena pada beton segar di variasi 0,15% dan 0,25% *workability* beton sangat tinggi sehingga beton dapat memadat sendiri dengan padat, dan meminimalisir rongga di dalam beton. Akan tetapi pada presentase 0,35% dan 0,45% menunjukkan penyerapan air yang semakin besar di bandingkan beton SCC tanpa penambahan tetes tebu yaitu 2,89% dan 3,47%. Presentase penyerapan air yang paling sedikit adalah presentase tetes tebu pada 0,25%. Hal ini sudah sesuai dengan prinsip beton *self compacting concrete* sebagai beton memadat mandiri tanpa bantuan alat vibrator.

## 4. PENUTUP

### 4.1. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan tentang analisis karakteristik fisik dan mekanik beton *self compacting concrete* (SCC) dengan pemanfaatan limbah tetes tebu (*molase*), dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pengujian *slumpflow* optimum pada beton *self compacting concrete* (SCC) terjadi pada variasi presentase tetes tebu 0,25% dan 0,35% yaitu 730mm.
2. Pengujian T50 di dapat nilai T50 3 detik pada prosentase tetes tebu 0,25% dan 0,35% dari berat semen.
3. Pengujian L-box di dapat nilai passingability ratio (PL) 0,92 pada variasi presentase tetes tebu 0,25%.

4. Pengujian *V-funnel* di dapat semakin bertambahnya tetes tebu maka waktu yang di perlukan untuk pengaliran beton segar SCC di alat uji *V-funnel* semakin lama.
5. Pada pengujian kuat tekan beton, di peroleh kuat tekan beton optimal pada presentase tetes tebu 0,25% yaitu 39,3MPa.
6. Pada pengujian kuat tarik beton di dapat semakin bertambahnya presentasi tetes tebu maka mutu kuat tarik beton semakin menurun
7. Persentase serapan air rata-rata beton SCC paling kecil/sedikit pada presentasi 0,25% yaitu 1,81%.
8. Formula yang baik untuk *self compacting concrete* dengan pemanfaatan limbah tetes tebu menggunakan prosentase 0,25% dari berat semen.

#### **4.2. SARAN**

Dari hasil penelitian dan pembahasan tentang analisis karakteristik fisik dan mekanik beton *self compacting concrete* (SCC) dengan pemanfaatan limbah tetes tebu (molase) dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada saat pembuatan adukan beton SCC ini di harapkan sangat teliti saat penambahan air.
2. Sebaiknya mendisain *self compacting concrete* menggunakan fas yang rendah agar tidak berubah- ubah faktor air semensa.
3. Benda uji beton sebaiknya mempunyai bidang yang rata agar mendapatkan nilai yang lebih akurat.
4. Perlu dilakukan pengujian limbah tetes tebu secara kimiawi agar tau kandunganya secara akurat.
5. Penelitian yang selanjutnya beton SCC diharapkan penelitian yang akan datang tetes tebu bisa di jadikan pengganti *superplasticizer*.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- BS EN 12350-8. (2010). Testting Self Compacting Concrete : Slump Flow Test, British Standart Int.
- BS EN 12350-9. (2010). Testting Self Compacting Concerete: V-Funnel Test, British Standard Int.
- BS EN 12350-10. (2010). Testting Self Compacting Concerete: L-box Test, British Standard Int.
- SCCGuidelines. (2005). The Europe Guidelines for Self Compacting Concerete : Spesification, Production and Use.

- EFNARC (2002). Specification and Guidelines for Self Compacting Concrete.
- Okanura and Ouchi (2003). Self Compacting Concrete .Journal of advanced Concrete Technology Vol.1,No 1.5-15,
- Agus Santoso (2012), meneliti tentang Pemanfaatan Limbah Tetes Tebu Sebagai Alternatif Pengganti *Set-Retarder* dan *Water Reducer* Untuk Bahan Tambah Beton.
- Ahmad Prima M. Agung, Johannes(2015) Dalam jurnal yang berjudul “pemanfaatan limbah pabrik gula (tetes tebu) sebagai bahan tambah dalam campuran beton”
- Darmini,(2006) Dalam jurnal yang berjudul”pengaruh tetes tebu sebagai bahan tambah terhadap tingkat kemudahan dan kuat tekan beton”
- Sputra,(3107.100.029) “Perilaku Fisik Dan Mekanik Self Compacting Concrete (SCC) Dengan Pemanfaatan Abu Vulkanik Sebagai Bahan Tambah Pengganti Semen.”
- SNI 03-1974-1990. *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*. Badan Penelitian Dan Pengembangan Pekerjaan Umum, Jakarta.
- SNI 03-1974-1990. *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*. Badan Standarisasi Nasional (BSN). SNI 15-2049-2004. *Semen Portland*. Badan Standardisasi Nasional (BSN).
- SNI 1970:2008. *Cara Uji Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus*. Badan Standardisasi Nasional (BSN).
- SNI 2417:2008. Cara Uji Keausan Agradat Dengan Mesin Abrasi Los Angeles. SNI 03-2491-1991. Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton.
- Mulyono, T., 2003.*Teknologi Beton*, C.V. Andi Offset, Yogyakarta.
- Mulyono, T., 2004.*Teknologi Beton*, C.V. Andi Offset, Yogyakarta.
- Tjokrodinuljo, K. 1996. *Teknologi Beton*, PT Naviri Offset, Yogyakarta.
- Tjokrodinuljo, K. 2004. *Teknologi Beton*, PT Naviri Offset, Yogyakarta.